

Helsinki 23.2.2004

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

Metso Corporation  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20022268

Tekemispäivä  
Filing date

23.12.2002

Kansainvälinen luokka  
International class

G02B

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Mikro-optiseen hilarakenteeseen perustuva visuaalinen efekti"

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

REC'D 08 MAR 2004

WIPO

PCT

*Marketta Tehikoski*

Marketta Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A

Puhelin: 09 6939 500

Telefax: 09 6939 5328

P.O.Box 1160

Telephone: + 358 9 6939 500

Telefax: + 358 9 6939 5328

FIN-00101 Helsinki, FINLAND

**BEST AVAILABLE COPY**

1 LI

## MIKRO-OPTISEEN HILARAKENTEESEEN PERUSTUVA VISUAALINEN EFEKTI

5      Keksinnön kohteena on substraatille muodostettu mikro-optinen hilarakenne. Keksintö kohdistuu myös monotelmään em. kaltaisen mikro-optisen hilarakenteen toteuttamiseksi. Keksintö kohdistuu lisäksi yhden tai useamman em. kaltaisen mikro-optisen hilarakenteen sisältävään tuotteeseen.

### 10      Keksinnön taustaa

15      Hologrammeja ja vastaavia valon interferenssiin perustuvia visuaalisia diffraktiivisia efektejä käytetään nykyisin varsin laajasti monissa erilaisissa tarkoituksissa. Tyypillisiä hologrammien käyttötarkoituksia ovat esimerkiksi väärennösten estäminen (esim. henkilöllisyystodistukset, maksuvälineet, äänitteet, ohjelmistotuotteet), tuotteen houkuttelevuuden parantaminen voimakkaasti kilpailluilla markkinoilla sekä luolleen erityisen korkean laadun, "high tech"- tai edelläkävijäluonteeseen korostaminen.

20      Näihin tarkoituksiin soveltuvien hologrammien valmistustekniikoita tunnetaan useampia erilaisia.

25      Perinteiset hologrammien valmistustekniikat perustuvat erilaisten valotusmenetelmien käyttöön. Näissä menetelmissä hologrammissa tarvittava diffraktiivinen tilavuushila siirretään valoherkälle substraatille valottamalla ja ilman substraatin mekaanista muokkausta. Tarkoitukseen soveltuvia valoherkkiä substraattimateriaaleja ovat esimerkiksi valoherkät polymeerit (engl. photopolymers), dikromaattiset

30      gelatiinit (engl. dichromate gelatins) sekä hopea halidit (engl. silver halides). Näin valmistettu hologrammi voidaan edelleen siirtää haluttuun kohteeseen kiinnittämällä hologrammin sisältävä substraatti kohteeseen, esimerkiksi tuotepakkauksen pinnalle.

35      Hologrammeja voidaan valmistaa myös ns. embossausta käyttäen. Embossaukseen perustuvissa tekniikoissa painovälineeseen

pintakuvioksi kopioitu hologrammikuvi siirrotään mekaanisesti painamalla pintahilaksi substraattiin. Substraattina tässä tapauksessa toimii tyypillisesti metallinen tai metalloitu kalvo, esimerkiksi alumiinoitu/alumiininen kalvo. Metallisen/metalloidun kalvon tärkeänä  
5 tehilävänä näissä sovelluksissa on substraattina toimimisen ohella parantaa valon heijastumista hologrammista ja siten edesauttaa visuaalisen efektin havaittavuutta. Tyypillisesti myös ombossaamalla valmistetut hologrammit valmistetaan erikseen sopivalle substraatille, esimerkiksi aluminoidulle kalvolle, ja siirrotään vasta tämän jälkeen  
10 lopulliseen kohteeseen kiinnittämällä mainittu hologrammin sisältävä substraatti kohteen pinnalle.

Varsin monissa hologrammien tai vastaavien visuaalisten diffraktiivisten efektien käyttösovelluksissa olisi erittäin loivottavaa, että  
15 niiden avulla aikaansaattava visuaalinen efekti olisi sekä helposti havaittava, mutta samalla .kertaa myös ainakin jossain määrin "läpinäkyvä". Tämä mahdollistaisi esimerkiksi henkilöllisyystodistuksessa efektin alla olevan tekstin ja kuvien tarkastelun, tai  
20 efektiä erilaisissa tuotopakkauksissa käytettäessä itse tuotteen tarkastelun efektin lävitse.

Tarkastellaessa visuaalisen efektin läpinäkyvyyttä edellä mainitussa tarkoituksessa, tulee toisistaan käsitteinä erottaa hologrammia kantavan substraatin läpinäkyvyys (esimerkiksi läpinäkymätön  
25 metallikalvo versus läpinäkyvä substraatti), sekä ko. substraatilla läpikuvas- tai pintahilana olevan hologrammin tuottaman visuaalisen efektin itsensä "läpinäkyvyys". Jälkimmäisellä läpinäkyvyydellä tarkoitetaan siis sitä, miten häiritsevästi hologrammin tuottama visuaalinen efekti "peittää" omalla kirkkaudellaan substraatilla tai  
30 substraatin takana olevan merkinnän tai hahmon. Seuraavassa nämä kaksi käsitettä erotetaan toisistaan viittaamalla ensiksi mainittuun substraattimateriaalin läpinäkyvyytenä ja jälkimmäiseen substraatille toteutetun visuaalisen efektin läpinäkyvyytenä.

35 Patentissa US 5,142,384 esitetään eräs ratkaisu, joka jossain määrin pyrkii tyydyttämään odolla esitettyjä tarpoita sekä substraattimateriaalin

että myös sille toteutetun visuaalisen efektin läpinäkyvyyden osalta. Ko. julkaisun opetusten mukaisesti ns. Lippman-Bragg-tyyppinen tilavuushilan käyttöön perustuva heijastushologrammi voidaan valmistaa valotustekniikkaa (valoherkkänä aineena hopea halidi) käyttäen läpinäkyvälle kalvolle, joka kalvo voidaan sijoittaa edelleen ikkunaksi tuotepakkaukseen. Lippman-Bragg-hologrammille on julkaisun mukaan ominaista se, että se on kirkkaasti havaittavissa ainoastaan  $\pm 20^\circ$  katselukulmassa suhteessa hologrammille suunniteltuun katselusuuntaan, joka katselusuunta on tyypillisesti kohtisuoraan substraatin pinta kohti. Mainitun katselukulman ulkopuolella hologrammi ei ole selkeästi nähtävissä, jolloin vastaavasti hologrammin alla oleva teksti tai tuote on paremmin havaittavissa. Kuluttajalle tarkoitetun ja Lippman-Bragg-hologrammilla varustetun tuotepakkauksen ollessa sijoitettuna esimerkiksi kaupassa hyllyyn, välähtää hologrammi tietyssä katselukulmassa esiin herättäen kuluttajan mielenkiinnon.

Patentissa US 5,128,779 on esitelty ratkaisu, jossa heijastushologrammin osittainen läpinäkyvyys perustuu siihen, että hologrammin substraattina käytettävä ainakin jossain määrin läpinäkyvä materiaali on vain paikoitellen peitetty heijastavalla kalvolla. Niistä kohdin, joista heijastava kalvo puuttuu mainittu substraatti on ainakin jossain määrin läpinäkyvä. Itse efektin läpinäkyvyys ei käy julkaisusta ilmi.

Patentissa US 5,585,144 on esitetty heijastushologrammi, jossa embossaamalla valmistetun hologrammin mikro-optiseen pintaan on yhdistetty painoväriä tuotettuja merkkejä tai kuvia. Rakenne käsittää lisäksi heijastavan kalvon, jonka päällä sekä hologrammiefekti että painoväriä tuotetut merkit/kuvat ovat nähtävissä. Rakenne ei kuitenkaan heijastavan kalvon käytöstä johtuen ole kokonaisuudessaan läpinäkyvä, eikä siten sovellu osimerkiksi tuotepakkauksen ikkunassa käytettäväksi.

Kaikki edellä selostetut tekniikan tason mukaiset ratkaisut, joilla voidaan aikaan saada jollain tavoin läpinäkyviä holograattisia efektejä

- voidaan kuitenkin katsoa epätydyttäväksi erityisesti sellaisissa sovelluksissa, joissa holograafisia efektejä halutaan tuottaa massatuotantona esimerkiksi erilaisiin pakkausmateriaaleihin tai painotuotteisiin. Tekniikan tason ratkaisuihin liittyy myös merkittäviä rajoituksia sen suhteen, että visuaaliset efektit saadaan toteutettua halutun värisinä näkymään haluttuun suuntaan. Jälkimmäinen selkeä on merkittävä mm. haluttaessa toistaa hologrammeissa erilaisten logojen tai tuntemerkkien värejä alkuperäisen kaltaisina.
- 10 Erilaiset valotustekniikkaan ja sen avulla substraatille muodostettaviin tilavuushiloihin perustuvat ratkaisut (esimerkiksi US 5,142,384) eivät sovellu hyvin massatuotantoon, ja niissä valmistustavasta johtuen substraatille ja sen materiaaleille joudutaan asettamaan huomattavia erityisvaatimuksia (valoherkät kemialliset yhdisteet). Näissä
- 15 ratkaisuissa ei välttämättä myöskään itse substraatin osalta saavuteta kovin hyvää läpinäkyvyyttä, koska tilavuushilat vaativat substraatilta aina tietyn vähimmäispaksuuden sen lisäksi, että substraattina tulee käyllää tarkoitukseseen soveltuvaa valoherkkää materiaalia. Patentissa US 5,142,384 esitetyllä tilavuushilalla perustuvalla Lippman-Bragg-
- 20 hologrammilla on myös merkittäviä katselukulmaan liittyviä rajoituksia, jotka estävät visuaalisen efektin toteutuksen näkyväksi juuri tiettyyn haluttuun suuntaan. Lisäksi Lippman-Bragg-hologrammien kirkkaus jää tyypillisesti melko vaatimattomaksi.
- 25 Embossaamalla valmistettavissa tunnetun tekniikan mukaisissa hologrammeissa hologrammien näkyvyyttä joudutaan käytännössä tyypillisesti parantamaan substraattiin tai sen yhteyteen järjestetyn valoa heijastavan kerroksen avulla, mikä tietenkin rajoittaa efektien/substraatin läpinäkyvyyttä ja kaventaa merkittävästi
- 30 substraateiksi soveltuvien materiaalien valikoimaa. Ilman heijastavien kerrosten käyttöä tunnetun tekniikan mukaiset pintahiloihin perustuvat ratkaisut tuottavat kirkkaudeltaan hyvin vaatimattomia efektejä.

Keksinnön ja sen tärkeimpien etujen lyhyt kuvaus

- 5 Nyt käsillä olevan keksinnön tarkoituksena on esittää uudentyyppinen ratkaisu hologrammin tai sen kaltaisen valon diffraktioon perustuvan visuaalisen efektin tuottamiseksi. Keksinnön erityisenä tarkoituksena on esittää ratkaisu, joka soveltuu olennaisesti läpinäkyvien, mutta samalla tietyissä olosuhteissa erittäin kirkkaiden ja siten hyvin havaittavien visuaalisten efektien tuottamiseen substraatille, joka substraatti myös itsessään on edullisesti läpinäkyvää. Keksinnön avulla
- 10 läpinäkyviä visuaalisia efektejä voidaan toteuttaa myös ei-läpinäkyville substraateille. Keksinnön mukainen ratkaisu ei välttämättä edellytä erityisten heijastavien metallikerrosten tai vastaavien käyttöä substraatilla efektin havaittavuuden parantamiseksi.
- 15 Keksintö ratkaisee käytännössä sen ongelman, joka tekniikan tason mukaisissa hologrammeissa ilmenee: tietynlaisena ristiriitana hologrammin hyvän havaittavuuden (kirkkaus) ja hologrammin tuottaman visuaalisen efektin läpinäkyvyyden välillä.
- 20 Keksinnön avulla voidaan sen edullisessa suoritusmuodossa tuottaa esimerkiksi kirkkaalle, olennaisesti täysin läpinäkyvälle muovikalvolle visuaalinen diffraktiivinen efekti, joka on havaittavissa vain tiettyyn suuntaan, muovikalvon ja sen kantaman efektin ollessa muista suunnista tarkasteltuna molempien olennaisesti läpinäkyviä. Tällaista
- 25 muovikalvoa voidaan käyttää esimerkiksi pakkausmateriaalina, jonka lävitse siihen pakattua tuotetta voidaan tarkastella.
- 30 Keksinnön avulla voidaan toisaalta tuottaa sinänsä läpinäkymättömälle paperille tai kartongille läpinäkyvä visuaalinen diffraktiivinen efekti, joka sallii ko. materiaalille painetun tekstin tai kuvien havaitsemisen tietyistä suunnista visuaalisen efektin häiritsemättä. Substraatit voivat olla itsessään myös eri tavoin valoa suodattavia ja/tai heijastavia, eli käytännössä värillisiä materiaaleja.
- 35 Keksinnön avulla voidaan visuaalinen diffraktiivinen efekti toteuttaa näkymään halutun värisenä haluttuun suuntaan. Tämä on erittäin

tärkeää esimerkiksi silloin kun efektissä halutaan toistaa tiettyjä tuotetai tunnusvärejä.

5 Näiden tarkoitusten toteuttamiseksi keksinnön mukaiselle visuaalisen diffraktiivisen efektin tuottavalle mikro-optiselle hilarakenteelle on pääasiassa tunnusomaista se, mikä on esitetty oheisen itsenäisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

10 Keksinnön mukaiselle menetelmälle visuaalisen diffraktiivisen efektin tuottavan mikro-optisen hilarakenteen toteuttamiseksi on taas pääasiassa tunnusomaista se, mikä on esitetty oheisen itsenäisen patenttivaatimuksen 9 tunnusmerkkiosassa.

15 Keksinnön mukaisen mikro-optisen hilarakenteen sisältävälle tuotteelle on taas pääasiassa tunnusomaista se, mikä on esitetty oheisen itsenäisen patenttivaatimuksen 17 tunnusmerkkiosassa.

20 Muissa epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa on esitetty eräitä keksinnön edullisia suoritusmuotoja.

25 Nyt käsillä oleva keksintö perustuu keskeisesti siihen, että substraatille muodostetaan mikro-optinen diffraktiivinen hilarakenne, sopivimmin pintahilarakenne, joka on järjestetty keskittämään heijastamansa visuaalinen efekti (hologrammi) vain hyvin rajoitettuun määrään eri diffraktiokertalukuja. Eräs keskeinen tekijä diffraktiokertalukujen määrän vähentämisessä on hilaperiodin arvon valinta riittävän pieneksi.

30 Sopivimmin visuaalinen efekti heijastetaan olennaisesti ainoastaan yhteen, tai korkeintaan muutamaan diffraktiokertalukuun, jotka diffraktiokertaluvut vastaavat nyt visuaalisen efektin eri havaitsemissuuntia. Jäljempänä tässä hakomuksessa termillä havaitsemissuunta tarkoitetaan sellaista katselusuuntaa, josta käsin tarkasteltuna keksinnön mukainen visuaalinen efekti on havaittavissa.

35 Havaitsemissuunnan ulkopuolelta, tai havaitsemissuuntien välisessä

kulma-alueesta käsin tarkasteltuna keksinnön mukainen visuaalinen efekti on olennaisesti "läpinäkyvä".

5 Koska tekniikan tason mukaisissa ratkaisuissa havaitsemissuuntia on keksintöön nähden huomattavasti suurempi määrä (esimerkiksi > 10 kpl), ei näiden havaitsemissuuntien väliin jää sellaisia kulma-alueita, joissa efekti olisi tässä hakemuksessa tarkoitetulla tavalla läpinäkyvä. Nyt käsillä olevan keksinnön perusajatuksena voidaankin siten pitää sitä, että keksinnössä ensinnäkin rajoitetaan havaitsemissuuntien  
10 lukumäärää, ja toiseksi useamman kuin yhden havaitsemissuunnan tapauksessa toteutetaan ne siten, että vierekkäisten havaitsemissuuntien väliin jää riittävän suuri vapaa kulma-alue, jossa efekti on läpinäkyvä. Lisäksi keksintö antaa mahdollisuuden vaikuttaa eri havaitsemissuuntien suhteellisiin kirkkauksiin, jotka kirkkaudet  
15 määräytyvät eri havaitsemissuuntia vastaavien diffraktiokertalukujen diffraktiivisyysuhleista.

Koska hilarakenteen heijastama valo on nyt keskitetty ainoastaan  
20 muutamaan havaitsemissuuntaan heijastuvaksi, on visuaalinen efekti havaillavissa näissä suunnissa kirkkaana. Muissa kuin em. havaitsemissuunnissa keksinnön mukainen hilarakenne ei tuota merkittävää diffraktiivista efektiä eli ei heijasta diffraktiivisesti valoa, jolloin tyypillisesti substraatin pinta vähäistä diffraktiivisuutta heijastusta lukuunottamatta näyttää katsojasta tällöin oleellisesti samankaltaiselta  
25 kuin kokonaan ilman mainittua hilarakennetta oleva pinta. Sitä näissä muissa katselusuunnissa diffraktiivinen efekti itsessään on olennaisesti läpinäkyvä sallien esimerkiksi substraatilla olevan palatuksen tai muiden merkintöjen havaitsemisen efektin häiritsemättä.

30 Substraattimateriaalin ollessa läpinäkyvää keksintö mahdollistaa havaitsemissuunnista poikkeavissa muissa katselusuunnissa hyvän näkyvyyden substraatin lävitse sen takana olevaan kohteeseen.

35 Keskitettäessä valon heijastuminen ainoastaan yhteen tai muutamaan kapeaan kulma-alueeseen eli havaitsemissuuntaan, havaitaan efekti näissä suunnissa kirkkaana. Näin ollen keksinnön mukaisessa



- ratkaisuihin substraattina voidaan käyttää myös läpinäkyvää materiaalia, joka itsessään ei olennaisesti heijasta valoa. Tunnetun tekniikan mukaisissa hologrammeissa hilarakenteesta heijastuva valo jakaantuu useammille kertaluvuille, mikä heikentää yksittäisten kertalukujen kirkkautta. Tästä johtuen tunnetun tekniikan mukaisissa ratkaisuihin substraatin heijaslavuulla joudutaankin yleensä parantamaan esimerkiksi alumiinikalvoja käyttämällä. Tämä luonnollisesti poistaa mahdollisuuden toteuttaa kokonaisuudessaan läpinäkyviä rakenteita.
- 10 Keksinnön edullisessa suoritusmuodossa hilarakenteen ominaisuudet järjestetään sellaisiksi, että hilarakenteesta diffraktioitunut valo keskittetään -1 diffraktiokertalukuun, johon on mahdollista saada aikaan hyvä diffraktiohyötysuhde.
- 15 Keksinnön edullisessa suoritusmuodossa hilarakenne muodostetaan substraatille pintahilarakenteena ja valmistus tapahtuu sopivimmin embossaamalla. Keksintö ei kuitenkaan ole rajoittunut ainoastaan puhtaisiin pintahilarakenteisiin, vaan keksinnön mukainen hilarakenne voi olla esimerkiksi sopivalla suojakerroksella, kuten esimerkiksi lakkakerroksella suojattu rakenne. Keksinnön mukainen hilarakenne on mahdollista toteuttaa myös erilaisina osittain tai kokonaan haudattuina hilarakenteina, jotka voidaan valmistaa esimerkiksi laminoimalla.
- 25 Keksinnön mukaisen hilarakenteen substraattina käytetään sopivimmin olennaisesti läpinäkyvää, kirkasta muovimaista materiaalia. Tällöin keksinnön mukaisella ratkaisulla saavutetaan sekä substraatin että visuaalisen efektin osalta olennaisesti läpinäkyvä kalvo, jota voidaan käyttää esimerkiksi pakkausmateriaalina. Muissa kuin
- 30 havaitsemissuunnan mukaisissa katselusuunnissa tällainen pakkausmateriaali, esimerkiksi muovikalvo, on tällöin läpinäkyvä mahdollistaen sen sisäänpakatun tuotteen tarkastelun kalvon lävitse. Kalvolla olevat hologrammit välähtävät niille ominaisissa havaitsemissuunnissa kuitenkin kirkkaina näkyviin herättäen siten esimerkiksi kuluttajan mielenkiinnon.
- 35

Substraattimateriaalina voidaan käyttää esimerkiksi myös paperia tai kartonkia, jolloin keksinnön mukaisia efektejä voidaan toteuttaa erilaisiin painotuotteisiin. Substraatiksi soveltuvat edelleen myös erilaiset metalliset tai metalloidut kalvot, jotka valoa heijastavina  
5 tehostavat edelleen holograafista efektiä.

Keksinnön mukaisia diffraktiivisia hilarakenteita käyttäen substraatille voidaan muodostaa yksi tai useampia visuaalisen efektin tuottavia kuvioalueita, jotka kuvioalueet voivat peittää substraatin alan joko  
10 osittain tai kokonaan. Yksittäinen kuvioalue voi edustaa esimerkiksi kuvaa, kirjainta, merkkiä, taustakuviointia tai muuta visuaalista efektiä. Useita kuvioalueita käyttäen voidaan siten toteuttaa esimerkiksi tekstejä tai kuvia.

15 Yksittäistä kuvioaluetta voidaan käyttää peittämään myös yksinään olennaisesti koko substraatin käytettävissä oleva pinta-ala.

Eri kuvioalueet voidaan toteuttaa siten, että niillä kaikilla on sama havaitsemissuunta, tai myös siten, että eri kuvioalueilla on keskenään  
20 erilaisia havaitsemissuuntia. Kuvioalueet on mahdollista toteuttaa myös siten, että ne ovat havaittavissa eri puolilta kalvo- tai tasomaista substraattia.

Yksittäinen kuvioalue toteutetaan siten, että kuvioalueelle ominaiseen havaitsemissuuntaan heijastetaan valittu "suunnitteluaallonpituus", eli  
25 efekti havaitaan mainittuun havaitsemissuuntaan halutun värisenä. Tätä havaitsemissuuntaa ympärivässä kapeassa kulma-alueessa nähdään katselukulman muuttuessa efekti mainitun suunnitteluaallonpituuden ympärille muodostuvana spektrinä.

30 Kahdella kuvioalueella voi olla keskenään sama havaitsemissuunta, mutta tuosta havaitsemissuunnasta käsin tarkasteltuna mainitut kuvioalueet havaitaan keskenään eri värisinä, eli niille voi olla valittu keskenään erilaiset suunnitteluaallonpituudet.

35

## 10

- Keksinnön mukainen kuvioalue tai -alueita voidaan tuottaa substraatille, joka siirretään lopulliseen kohteeseen kiinnittämällä mainittu visuaalisen efektin/efektejä sisältävä substraatti lopullisen kohteen pinnalle esimerkiksi tarrana. Sopivimmin keksinnön mukainen
- 5 kuvioalue tai kuvioalueet tuotetaan kuitenkin suoraan lopulliseen kohteeseen, esimerkiksi pakkausmateriaalina toimivaan muovikalvoon tai painotuotteen paperille. Massatuotannossa tämä suoritetaan sopivimmin embossaustekniikkaa käyttäen.

10 Piirustusten lyhyt kuvaus

- Keksintö ja sen keskeiset ominaisuudet sekä keksinnön avulla saavutettavat edut käyvät alan ammattimiehelle paremmin ilmi seuraavasta kuvauksesta, jossa keksintöä selostetaan tarkemmin
- 15 muutamien valikoitujen esimerkkien avulla viittaamalla samalla oheisiin piirustuksiin, joissa

- kuva 1 esittää periaatteellisesti keksinnön mukaisen pintahilan tärkeimpion hilaparametrien määritelmää sekä erästä ensimmäistä säteenjakautumisvaihtoehtoa, jossa esiintyy
- 20 kaksi varsinaista diffraktoitunutta kertalukua,

- kuva 2 osoittaa periaatteellisesti kuvan 1 tapaan erästä toista säteenjakaantumisvaihtoehtoa, jossa esiintyy neljä
- 25 varsinaista diffraktoitunutta kertalukua,

- kuva 3 esittää periaatteellisesti kuvan 1 tapaan erästä kolmatta säteenjakaantumisvaihtoehtoa, jossa keksinnön edullisen suorituserityksen mukaisesti esiintyy ainoastaan yksi
- 30 varsinainen diffraktoitunut kertaluku,

- kuva 4 esittää esimerkinomaisesti substraatille muodostettuja kuvioalueita, niiden havaitsemisluontia sekä suunnittelu-
- 35 aallontuoksia,

- kuva 5 esittää esimerkinomaisesti substraatille muodostettuja kuvioalueita tilanteessa, jossa kuvioalueiden havaitsemis-suunnat on suunniteltu toisistaan poikkeaviksi,
- 5 kuva 6 esittää erästä vaihtoehtolista olennaisesti kolmiomuotoista hilaprofiilia,
- kuva 7 esittää erästä vaihtoehtolista olennaisesti sinimuotoista hilaprofiilia,
- 10 kuva 8 esittää erästä vaihtoehtolista blazod-tyyppistä hilaprofiilia,
- kuva 9 havainnollistaa erästä tapaa keksinnön mukaisen visuaalisen efektin sisältävien tuotteiden esille asellelemiseksi, ja
- 15 kuva 10 havainnollistaa erästä keksinnön mukaisen visuaalisen efektin sisältävää tuotepakkausta.

#### Keksinnön yksityiskohtaisempi kuvaus

- 20 Keksintöä selostetaan seuraavassa yksityiskohtaisemmin käyttämällä esimerkkinä lähinnä erilaisiin pintahilarakenteeseen perustuvia suoritusmuotoja.
- 25 Aluksi käydään läpi niitä keksinnön mukaisen diffraktiivisen hilarakenteen ominaisuuksia, joiden avulla aikaansaadaan hilarakenteen tuottaman visuaalisen efektin "läpinäkyvyys" keskittämällä valon heijastus muutamaa, sopivimmin olennaisesti
- 30 alnoastaan yhteen diffraktiokertalukuun/havaitsemissuuntaan. Lisäksi esitetään se, miten eri havaitsemissuuntien suhteellisiin kirkkauksiin voidaan vaikuttaa diffraktiokertalukujen hyötysuhteeseen vaikuttamalla.
- Tämän jälkeen tarkastellaan keksinnön avulla aikaansaattavien kuvioalueiden ominaisuuksia ja niiden käyttöä visuaalisten efektien
- 35 luomiseksi.

Lisäksi esitetään esimerkkejä substraattimateriaaleista, joille keksinnön mukaisia hilarakenteita voidaan toteuttaa, sekä esimerkkejä muutamista vaihtoehtoisista hilaprofiilitypeistä.

- 5 Lopuksi esitetään vielä esimerkkejä keksinnön avulla toteutettujen visuaalisten efektien käytöstä erillisissä tuotteissa.

### Hilarakenne

- 10 Tyypillisesti lähtökohtana keksinnön mukaisen visuaalisen diffraktiivisen efektin tuottamisessa on jaksollinen diffraktiohila G, joka jakaa hilaan G osuvan valon sinänsä tunnetun hilayhtälön (1) mukaisesti eri suuntiin heijastuviin osiin.

$$15 \quad \sin(\alpha) = \sin(\beta) - m \cdot \lambda / d \quad (1)$$

missä  $\alpha$  on valon tulokulma,  
 $\beta$  on valon lähtö- eli diffraktiokulma,  
 $m$  on diffraktiokertaluku (kokonaisluku),  
 20  $\lambda$  on valon aallonpituus, ja  
 $d$  on hilaperiodi

- Kuvissa 1-3 on esitetty substraatille S muodostetun jaksollisen hilarakenteen G tärkeimpien hilaparametrien  $d, h, c$  määritelmät ns.  
 25 binäärisen pintahilan tapauksessa, sekä kuvattu kolme erilaista säteenjakautumisvaihtoehtoa aallonpituutta  $\lambda$  olevan valon osuessa muovisella läpinäkyvällä substraatilla S olevaan pintahilaan G.

- Edellä mainitut hilaparametrit ovat : hilaperiodi  $d$ , hilan syvyys  $h$  ja  
 30 hilaprofiilin leveys  $c$ . Hilaprofiilin leveys  $c$  voidaan ilmoittaa myös ns. hilan täyttösuhteena eli hilavilvan leveytenä suhteessa hilaperiodiin  $d$ .

- Kuvion 1 ja 2 tapauksissa valon tulokulma  $\alpha$  suhteessa hilan pinnan normaaliin  $z$  on  $-30^\circ$  ja kuvan 3 tapauksessa tulokulma  $\alpha$  vastaa ns.  
 35 Braggin tulokulmaa. Nämä kulmat, samoin kuin eri diffraktiokertalukuja  $m$  vastaavien hilasta heijastuvien säteiden diffraktiokulmat  $\beta$  on

määritetty suhteessa pinnan normaaliin  $z$  siten, että pinnan normaalin  $z$  oikealla puolella olevat kulmat saavat positiivisia astelukuja, ja vastaavasti vasemmalla puolella olevat diffraktiokulmat saavat negatiivisia astelukuja.

5

Kuvan 1 tapauksessa hilaparametrin valinta on suoritettu siten, että suhde  $d / \lambda = 1.5$ , kuvassa 2 suhde  $d / \lambda = 2.1$  ja kuvan 3 tapauksessa  $d / \lambda = 1.2$ . On huomattava, että koska kuvat 1-3 on piirretty ainoastaan periaatteellisesti ohi hilaperiodin  $d$  muutosta ole niissä piirrosteknisesti

10

Sijoittamalla hilayhtälöön (1) em. arvoja saadaan oheisen taulukon 1 mukaiset eri diffraktiokertalukuja  $m$  vastaavat diffraktiokulmat  $\beta$ , jotka vastaavat siis kuvissa 1-3 esitettyjä tilanteita. Taulukossa 1 on esitetty myös eri diffraktiokertalukuja  $m$  vastaavat diffraktiohyötysuhteet, jotka kuvaavat kyseiseen kertalukuun hilasta  $G$  diffraktoituvan energian määrää. Diffraktiohyötysuhteitten laskemista selostetaan tarkemmin jäljempänä luvussa tekstissä. Kuvista 1-3 ja taulukosta 1 on selvästi nähtävissä, että hilaperiodia  $d$  keksinnön mukaisesti pienennettäessä elenevien diffraktiokertalukujen määrä vähenee, ts. hilan tuottaman

15

20

Diffraktiohilan tapauksessa kertalukua  $m = 0$  ei pideta varsinaisena diffraktoituneena kertalukuna, eikä sitä periaatteessa voida myöskään käyttää hologrammiefektien luomiseksi. Kertaluvun  $m = 0$  heijastus vastaa normaalia pinnan heijastusta, eli katseltaessa hilaa  $G$  kertalukua  $m = 0$  vastaavasta suunnasta nähdään pelkästään suunnassa  $\alpha$  sijaitsevan valonlähteen kuva.

25

30

35

Kertaluku  $m = -1$  on se kertaluku, johon keksinnön mukaisia visuaalisia hologrammiefektejä sopivimmin toteutetaan, koska tähän kertalukuun on tyypillisesti saavutettavissa paras diffraktiohyötysuhde. Toisin sanoen, kun valonlähteen tulokulma  $\alpha$  ja halutun efektin katselukulma  $\beta$  suhteessa hilan  $G$  pinnan normaaliin  $z$  suhteen on kiinnitetty, niin tehtävänä on valita hilayhtälön (1) mukaisesti sellainen suhde  $d / \lambda$ , jolla kertalukua  $m = -1$  vastaava suunnitteluaallonpituuden

$\lambda$  heijastus näkyy haluttuun, efektille tarkoitettuun havaitsemissuuntaan  $\beta$ .

5 Taulukosta 1 nähdään, että suhteella  $d / \lambda$  on varsin merkittävä vaikutus etenevien kertalukujen määrään sekä niille ominaisiin diffraktiokulmiin  $\beta$ . Taulukosta 1 kuvaa 1 vastaavasta kohtaa on esimerkiksi nähtävissä, että pintahilan G substraatin S pinnalle muodostama kuvioalue, eli pintahilalla G substraatin S pinnalla "täytetty" alue, nähdään hologrammiefektinä ainoastaan kertalukuja  $m$   
10  $= -1$  ja  $m = -2$  vastaavissa havaitsemissuunnissa. Näiden kertalukujen välisessä vapaassa kulma-alueessa ei ole nähtävissä merkittävää diffraktiivista efektiä, toisin sanoen substraatin S pinta näyttää oleellisesti samanlaiselta kuin mitä mainitun kuvioalueen ulkopuolella ilman pintahilaa G oleva substraatin S pinta.

15 Käytettäessä substraattina S läpinäkyvää muovikalvoa, saavutetaan mainituista havaitsemissuunnista  $m = -1$  tai  $m = -2$  polkkeavilla katselukulmilla hyvä läpinäkyvyys muovikalvon lävitse, mutta näiden havaitsemissuuntien mukaisilla katselukulmilla havaitaan kirkas  
20 hologrammiefekti.

Taulukossa 1 varsinaisille diffraktoituneille kertaluvuille esitetyt hyötysuhteiden arvot ovat tyypillisiä esimerkkejä niistä hyötysuhteista, johon keksinnön mukaisella ratkaisulla voidaan muovison ja  
25 läpinäkyvän substraatin tapauksessa päästä. Nämä hyötysuhteet ovat riittäviä saamaan käytännössä aikaan selkoästi havaittavan efektin.

Keksinnön mukaisen visuaalisen efektin riittävän läpinäkyvyyden aikaansaamiseksi on olennaista, että hilarakenne G toteutetaan siten, että efekti on havaittavissa vain suhteellisen kapeassa kulma-alueessa havaitsemissuunnan ympäristössä, ja että käytettäessä useampia havaitsemissuuntia (diffraktiokertalukuja) on näiden välisen kulmaeron (vapaan kulma-alueen) oltava lisäksi riittävä. Esimerkkitapauksen mukaiset diffraktiokertalukujen väliset vapaat kulma-alueet ilmenevät  
30 taulukosta 1. Nämä ovat riittäviä aikaansaamaan keksinnön mukaisen läpinäkyvän alueen havaitsemissuuntien väliin.  
35

15

	KUVA 1		KUVA 2	
	$d/\lambda = 1.5$		$d/\lambda = 2.1$	
Kertaluku m	Diffraktiokulma $\beta$	Hyötysuhde	Diffraktiokulma $\beta$	Hyötysuhde
+2	*	-	*	-
+1	*	-	77.5°	0.32 %
0 **	30.0°	0.56 %	30.0°	0.01 %
-1	-9.6°	1.74 %	-1.4°	1.75 %
-2	-56.4°	0.17 %	-26.9°	0.21 %
-3	*	-	-68.2°	1.22 %

	KUVA 3	
	$d/\lambda = 1.2$	
Kertaluku m	Diffraktiokulma $\beta$	Hyötysuhde
+1	*	-
0 **	-24.68°	0.48 %
-1	-24.68°	1.66 %
-2	*	-

\* ei etenevää kertalukua

\*\* ei varsinaisen diffraktoitunut kertaluku

5

Taulukko 1.

10 Käytettäessä useampia havaitsemissuuntia (diffraktiokertalukuja), valitaan hilarakenteen G ominaisuudet keksinnön mukaisesti sopivimmin siten, että eri havaitsemissuuntien välille muodostuu minimissään 10-15° kulma-alue, jossa efekti on läpinäkyvä.

15 Kirkkaan, helposti havaittavan visuaalisen efektin aikaansaamiseksi varsin oleellista keksinnössä on hilalle G tulevan valon sisältämän energian jakautuminen eri diffraktiokertalukujen välille. Seuraavassa esotetaan tarkemmin sitä, millä tavoin eri diffraktiokertalukujen diffraktiohyötysuhteisiin voidaan vaikuttaa.



Keksinnön mukaisesti valitaan siis hilayhtälöä (1) käyttäen aluksi hilaperiodin ja aallonpituuden suhde  $d / \lambda$  siten, että aikaansaadaan ainakin yksi haluttu havaitsemissuunta (diffraktiokertaluku  $m$  ja sitä vastaava diffraktiokulma  $\beta$ ), ja että tähän mainittuun ainakin yhteen  
5 havaitsemissuuntaan diffraktoituu haluttu väri eli suunnittelu-aallonpituus  $\lambda$ . Sopivimmin mainittu havaitsemissuunta valitaan vastaamaan diffraktiokertalukua  $m = -1$ . On selvää, että myös valon tulokulma  $\alpha$  tulee kiinnittää ennen kuin hilaperiodin arvo tietyllä suunnitteluaallonpituudella  $\lambda$  ja diffraktiokertaluvun  $m$  arvolla voidaan  
10 määrillää.

Tämän jälkeen säädetään mainittuun yhteen tai useampaan havaitsemissuuntaan eli diffraktiokertalukuun heijastuvan valon diffraktiohyötysuhdetta. Kyseisen diffraktiokertaluvun, esimerkiksi  
15 kertaluvun  $m = -1$  hyötysuhteeseen voidaan vaikuttaa vapaiden hilaparametrien arvoja tarkoituksenmukaisesti valitsemalla.

Koska hilaperiodi  $d$  oli jo määritetty tarkasti hilayhtälöllä (1), on em. tarkoitukseen käytettävissä kolme vapaata hilaparametriä, jotka ovat  
20 keksinnön tapauksessa hilaprofilin korkeus  $h$ , hilan täyttösuhde  $c$  ja substraatin  $S$  taitekerroin  $n_s$ .

Substraatin  $S$  taitekerroimeen  $n_s$  voidaan vaikuttaa substraattimateriaalin valinnalla. Substraatin  $S$  päällä on myös mahdollista  
25 käyttää erillisiä dielektrisiä tai metallipohjaisia ohutkalvoja, jotka vaikuttavat valon heijastumiseen substraatista. Dielektrisillä ohutkalvoilla tarkoitetaan tässä yhteydessä yleisesti sellaisia valoa heijastavia kalvorakenteita, jotka on valmistettu ei-metallisista materiaaleista. Sopivimmin substraatin  $S$  pinnottus suoritetaan vain  
30 kuvioalueen kohdalta, jolloin pinnoituksella ei vaikuteta muun alueen läpinäkyvyyteen.

Hilan täyttösuhteen  $c$  arvoksi kiinnitetään keksinnön mukaisesti sopivimmin  $c = d / 2$ , eli tällöin substraatin pinnalle muodostetun  
35 "hilakuvioinnin" osuudeksi kussakin hilaperiodissa  $d$  tulee puolet. Hilan täyttösuhde  $c$  vaikuttaa hilapinnan  $n_s$  modulointiasusteeseen.

Täyttösuhteen ollessa hyvin pieni tai vastaavasti hyvin suuri on hilapinnan modulointiaste alhainen. Hilan täyttösuhteella  $c = d / 2$  saavutetaan yleisimmin hilapinnan modulointiasteen ja samalla diffraktiohyötysuhteen maksimi.

5

Mikäli substraattimateriaaliksi S on valittu esimerkiksi muovi, niin tällöin myös taitokorroin  $n_s$  on käytännössä kiinnitetty. Tämän jälkeen on hilaparametreista valittavissa vielä hilan korkeus  $h$ , joka keksinnön mukaisesti optimoidaan siten, että maksimaalinen diffraktiohyötysuhde saavutetaan haluttuun havaitsemissuuntaan, eli sopivimmin kertalukuun  $m = -1$ .

10

Hilan korkeuden  $h$  optimointi joudutaan käytännössä suorittamaan  $n_s$  tarkkoja diffraktioteorioita käyttäen. Näitä teorioita on selostettu esimerkiksi kirjan "*Micro-Optics, Elements, Systems, and Applications*" (Taylor & Francis, Cornwall, 1997, editor Hans Peter Herzig) luvussa 2 (written by Jari Turunen).

15

Hilan korkeuden  $h$  optimoinnista voidaan tässä yhteydessä esimerkinomaisesti nyrkkisääntönä todeta, että hilaprofilin korkeuden  $h$  tulee olla luokkaa käytetyn valon aallonpituuden  $\lambda$  neljäsosa. Eli esimerkiksi vihreälle valolle  $\lambda = 550$  nm hilan korkeus  $h = \lambda/4 = 135 - 140$  nm. Jos ajatellaan, että hilaprofilin korkeutta  $h$  ei lainkaan optimoida, niin pahimmillaan tilanne voi olla sellainen, että kaikki hilalle 25 G tuleva valo "kärkää" kertalukuun  $m = 0$ , eikä kertaluvussa  $m = -1$  havaita olennaisesti minkäänlaista signaalia. Toisin sanoen hilan korkeuden  $h$  optimointi on erittäin tärkeää, ja sen merkitys korostuu erityisesti heikosti valoa heijastavien materiaalien, kuten esimerkiksi läpinäkyvien muovien tapauksessa.

30

Taulukossa 1 on esitelty em. kirjallisuudelleen mukaisia tarkkoja diffraktioteorioita hyväksikäyttäen lasketut ja kuvia 1-3 vastaavat diffraktiohyötysuhteitten arvot siten, että hilan korkeus  $h$  on optimoitu maksimoiden diffraktiohyötysuhdetta kertaluvussa  $m = -1$ . Kaikissa em. 35 tapauksissa hilan syvyydeksi on saatu  $h = 0.26 * \lambda$ .

Keksinnössä siis ensinnäkin vähennetään diffraktiokertalukujen eli havaitsemissuuntien määrää hilaperiodia  $d$  pienentämällä. Tällöin hilan  $G$  pinnasta heijastunut energia jakaantuu vain jäljelle jääneiden diffraktiokertalukujen kesken. Edelleen hilaparametrejä  $h, c, n_s$  optimoiden voidaan havaitsemissuuntien määrä rajoittaa vain yhteen, sopivimmin kertalukua  $m = -1$  vastaavaan havaitsemissuuntaan. Toinen keksinnön kannalta on oleellista, että havaitsemissuuntien välille jää riittävä vapaa kulma-alue, jossa diffraktiivista efektiä ei havaita, eli efekti on olennaisesti läpinäkyvä.

On huomattava, että vaikka edellisissä esimerkeissä on pyritty maksimoimaan diffraktiokertaluvun  $m = -1$  hyötysuhdetta, ei keksintö ole mitenkään rajoittunut ainoastaan tämän kaltaisiin suoritusmuotoihin. Sovelluksesta riippuen hyötysuhdetta voidaan pyrkiä maksimoimaan myös johonkin muuhun diffraktiokertalukuun/havaitsemissuuntaan tai pyrkiä toteuttamaan eri diffraktiokertalukujen/havaitsemissuuntien suhteelliset hyötysuhteet esimerkeistä poikkeavalla tavalla.

Keksinnön mukaisesti havaitsemissuunnaksi valitaan edullisesti joku pinnan normaalin  $z$  suunnasta riittävästi poikkeava suunta, koska yleensä visuaalisen efektin halutaan olevan läpinäkyvä pintaa kohtisuoraan tarkasteltaessa. Eli esimerkiksi katsottaessa kohtisuoraan muovikalvon tai muovista valmistetun ikkunan lävitse, nähdään muovikalvon tai ikkunan taakse sijoitettu kohde visuaalisen efektin häiritsemättä. Tai luottaessa painettua dokumenttia nähdään kohtisuoraan pintaa kohti katsottaessa dokumentille painettu teksti tai kuvat. Tarkasteltaessa em. pintoja sivusta käsin sopivassa kulmassa havaitaan keksinnön mukainen holograafinen efekti.

#### *Kuvioalueiden ominaisuuksia*

Kuvassa 4 on esitetty esimerkinomaisesti ja periaatteellisesti muutamia substraatille  $S$  muodostettuja kuvioalueita A-D. Kuvan 4 tapauksessa substraatin  $S$  materiaalina on käytetty olennaisesti läpinäkyvää

muovikalvoa, joka mahdollistaa muovikalvon taakse sijoitetun kohteen T tarkastelun sen lävitse.

5 Kuvioalueet A-D on kukin muodostettu substraatin S pinnalle "täyttämällä" kutakin kuviota vastaava alue hilarakenteella G. Kuvassa 4 pintahiloja on havainnollistettu kuvioalueiden viivoituksilla. Alan ammattimiehille on luonnollisesti selvää, että kuvassa 4 esitettyjen viivoitusten tiheys ei millään tavoin vastaa todellisissa pintahiloissa käytettäviä hilaperiodeja.

10 Kuvassa 4 kuvioalueiden A ja B on hilarakenteet on toteutettu siten, että niillä on keskenään olennaisesti sama havaitsemissuunta O1. Havaitsemissuuntaan O1 kuvioalue A on toteutettu heijastamaan diffraktiivisesti suunnitteluaallonpituutta  $\lambda_A$ . Havaitsemissuunnan O1  
15 molemmin puolin muodostuvassa kulma-alueessa (katkoviivoin merkityt nuolet suunnitteluaallonpituutta  $\lambda_A$  kuvaavan nuolen molemmin puolin) kuvioalueita A vastaava visuaalinen efekti (kirjainhahmo) on havaittavissa spektrin eri väreissä riippuen valolähteen L emittoimasta spektristä. Kuvioalue B on taas järjestetty heijastamaan  
20 havaitsemissuuntaan O1 suunnitteluaallonpituutta  $\lambda_B$ . Toisin sanoen, havaitsemissuunnasta O1 tarkasteltuna kuvioalueita A ja B vastaavat visuaaliset efektit (kirjain - ja tähtihahmo) havaitaan eri värisinä.

25 Tarkasteltaessa substraatin S pintaa katselusuunnasta O2 ovat kuvioalueita A ja B vastaavat visuaaliset efektit keksinnön mukaisesti olennaisesti läpinäkyviä. Tällöin katselija voi nähdä substraatin S (muovikalvon) taakse sijoitetun kohteen T kuvioalueiden A ja B lävitse.

30 Kuvioalueille C ja D on suunniteltu keskenään olennaisesti sama havaitsemissuunta O3 siten, että molemmat kuvioalueet näkyvät ko. suunnasta käsin tarkasteltuna saman värisinä, ts. molemmilla kuvioalueilla C,D on sama suunnitteluaallonpituus  $\lambda_{CD}$ . Tarkasteltuna esimerkiksi katselusuunnasta O4 käsin, ovat kuvioalueet C ja D, samoin kuin myös A ja B olennaisesti läpinäkyviä.

35

Kuvan 4 esimerkissä kuvioalueet A-D on suunniteltu siten, että niillä kullakin on olennaisesti vain yksi havaitsemissuunta, eli hologrammiefekti on havaittavissa vain yhtä diffraktiokertalukua vastaavissa suunnissa.

5

Kuvioalueiden määrä, pinta-ala sekä muoto, samoin kuin niiden havaitsemissuunnat ja ominaisaallonpituudet ovat vapaasti valittavissa kunkin sovelluksen mukaisesti. Kuvassa 5 on esitetty esimerkinomaisesti tilanne, jossa substraatille S toteutetuilla kuvioalueilla on keskenään erilaisia havaitsemissuuntia. Vierekkäisistä kuvioalueista muodostettu teksti "HEAT FOR TWO MINUTES" on tässä esimerkissä järjestetty havaittavaksi substraatin S vastakkaiselta puolelta suhteessa muihin kuvioalueisiin.

15 Visuaaliselta efektiltään yhtenäisen suuren alueen muodostamiseksi on mahdollista yhden suuren kuvioalueen sijaan käyttää myös useampia vierekkäin järjestettyjä keskenään samankaltaisia mutta kooltaan  
20 pienempiä kuvioalueita. Muodostamalla isompi alue ikään kuin matrisina useammasta pienemmästä kuvioalueesta helpotetaan mm. valmistustekniikalle asetettavia vaatimuksia.

*Esimerkkejä substraattimateriaaleista ja hilaprofiiloista*

25 Keksinnön mukaisia hilarakenteita G sekä niiden avulla aikaansaattavia visuaalisia efektejä voidaan toteuttaa useille erilaisille substraattimateriaaleille.

30 Sopivimmin hilarakenteet G tuotetaan pintahilarakenteina esimerkiksi embossaus-tekniikkaa käyttäen suoraan muovimaiselle ja läpinäkyvälle materiaalille, kuten esimerkiksi muovikalvolle. Näin aikaansaadaan esimerkiksi pakkausmateriaaliksi, kuten kääreeksi tms. sopivaa muovikalvoa, joka on sekä substraattimateriaalin että visuaalisten efektien osalta läpinäkyvä tässä hakemuksessa tarkoitetulla tavalla.

35 Substraattimateriaaliksi sopii esimerkiksi myös läpinäkyvä ns. hologrammilakka tai vastaava, jolla voidaan päällystää joko

läpinäkyvää tai läpinäkyvätöntä alustamateriaalia. Hologrammilakan käytön etuina on mm. se, että lakkakerrosta voidaan käyttää tasoittamaan alustamateriaalin epätasaisuuksia. Lakan käyttö voi myös vähentää embossauksessa tarvittavan kalliin painolaatan kulumista.

5

Keksinnön mukaisia hilarakenteita G voidaan tuottaa embossaamalla suoraan myös esimerkiksi paperille tai kartongille tai vastaaville ei-läpinäkyville materiaaleille, joita käytetään esimerkiksi erilaisissa painotuotteissa. Tällöin substraatille painettu tai muutoin esimerkiksi värjäämällä aikaansaatu kuvio on selkeästi nähtävissä keksinnön mukaisen visuaalisen efektin "lävitse" niissä katselusuunnissa, jotka poikkeaval efektille suunnitelluista havaitsemissuunnista.

10

Keksinnön mukaisia holograafisia efektejä voidaan toteuttaa useampaa eri tyyppiä olevilla jaksollisilla tai ei-jaksollisilla hilaprofiileilla. Kuvissa 6-8 on esitetty esimerkinomaisesti muutamia vaihtoehtoisia hilaprofiileja kuvissa 1-3 esitetyille binäärisille hilaprofiileille. Kuhunkin sovellukseen voidaan valita siihen parhaiten soveltuva hilaprofiili esimerkiksi hilan valmistustavasta riippuen. Valmistettaessa hilarakenteet pintahiloina embossaamalla, on kuvassa 7 periaatteellisesti esitetty olennaisesti sinimuotoinen hilaprofiili edullinen, koska hilaprofiilin muoto on tarkasti embossaamalla, ts. painamalla toisinnettavissa. Kuvassa 8 esitetty ns. blazed-tyyppinen optikasta sinänsä tunnettu hilaprofiili, joka antaa lisää vapausasteita diffraktiokertalukujen diffraktiohyötysuhteisiin vaikuttaessa.

15

20

25

On myös mahdollista, että keksinnön mukaisessa hilarakenteessa yksi hilaperiodi  $d$  voi sisältää myös useamman kuin yhden hilavilvan, jotka hilavilvat voivat olla myös keskenään eri levyisiä.

30

Hilarakenteiden valmistustekniikan osalta keksintö ei ole rajoittunut ainoastaan embossaus-tekniikoiden käyttöön, vaan hilarakenteita voidaan periaatteessa valmistaa myös muilla tarkoitukseen soveltuvilla tekniikoilla.

35

Edelleen on mahdollista, että keksinnön mukainen hilarakenne suojataan sen päälle muodostettavalla läpinäkyvällä suojakerroksella likaantumista ja kulumista vastaan. Suojaustavaksi soveltuu esimerkiksi lakkaus tai vastaava menettely. Keksinnön mukainen hilarakenno voidaan toteuttaa pintahilarakenteesta poiketen myös osittain tai kokonaan haudattuna hilarakenteena, joka voi olla valmistettu esimerkiksi laminoimalla. Keksinnön mukainen hilarakenne on mahdollista muodostaa esimerkiksi muovikalvon päälle aikaansaatavista metallisista hilaviivoista. Tällainen hilarakenne on mahdollista edelleen tarvittaessa haudata yhden tai useamman muovikalvon alle. Hilarakenteen hilaviivat voidaan muodostaa periaatteessa millä tahansa alan ammattimiehelle ilmeisellä tavalla.

#### *Visuaalisten efektien käyttö tuotteissa*

Keksintö soveltuu periaatteessa käytettäväksi kaikkiin sellaisiin tarkoituksiin, joissa myös tekniikan tason mukaisia hologrammeja käytetään. Näitä käyttötarkoituksia ovat esimerkiksi väärennosten estäminen erilaisissa virallisissa todistuksissa, maksuvälineissä, äänitteiden ja ohjelmistotuotteiden pakkauksissa, muissa painotuotteissa, tarroissa tai vastaavissa.

Sopivimmin keksintö kuitenkin soveltuu käytettäväksi erilaisten tuotteiden houkutteluvuuden parantamiseen voimakkaasti kilpailluilla markkinoilla. Koska keksinnön mukaisia hilarakenteita voidaan valmistaa massatuotantona esimerkiksi embossaamalla hyvin monienlaisiin ja edullisiin substraattimateriaaleihin, voidaan keksinnön avulla valmistaa esimerkiksi pakkausmateriaalia, kuten kääreeksi soveltuvaa läpinäkyvää muovikalvoa joka sisältää kirkkaita ja helposti havaittavia hologrammeja, mutta jotka eivät kuitenkaan estä näkemästä varsinaista tuotetta pakkausmateriaalin lävitse.

Esimerkiksi kaupan hyllylle tai tiskiin asetetuista tuotepakkauksista saadaan asiakasta houkuttelevia, kun pakkauksiin tuotettujen hologrammiefektien väri vaihtuu katselusuunnan mukaan. Koska tietyistä katselusuunnista käsin tarkasteltuna keksinnön mukaiset

5 efektit ovat olennaisesti läpinäkyviä, "välähtelevät" ne katselusuunnari muuttuessa näkyviin herättäen tehokkaasti asiakkaan mielenkiinnon. Suunnittelemalla havaitsemissuunnat ja niihin näkyvät suunnitteluaallonpituudet sopivasti, voidaan jäljitellä tuotomerkkeihin normaalisti kuuluvia värejä.

10 Pakkauksiin voidaan toteuttaa myös erilaisia ohjeita, tuoteselosteita tai muita tuotetietomerkintöjä, jotka ovat nähtävissä vain tietyistä katselusuunnista.

15 Keksinnön mukaisesti efekti saadaan selkeäksi ja huomiota herättäväksi rajoittamalla niitä diffraktiokertalukuja (havaitsemis-suuntia), joissa efekti on nähtävissä. Valmistamalla samalla substraatille useita eri kuvioalueita, joilla on keskenään jossain määrin erilaiset havaitsemissuunnat, voidaan varmistaa tarvittaessa se että joku ko. kuvioalueista on aina havaittavissa. Kun tuotopakkausia on yleensä aina useampi rinnakkain ja niiden keskinäinen asento katsojaan nähden siten hieman vaihtelee, on keksinnön mukainen efekti aina jostain kohtaa nähtävissä.

20 Keksinnön avulla voidaan saada helposti havaittava visuaalinen efekti, mutta silti läpinäkyvä pakkaus. Tämä on erityisen tärkeää esimerkiksi erilaisten ruoka-aineiden tapauksessa, koska kuluttaja haluaa varmistua myös visuaalisesti ostamansa ruoka-aineen, esimerkiksi vihanneksen, lihan tai kalan tuoreudesta tarkastelemalla tuotetta pakkauksen lävitse.

25 Valittaessa pakkausmateriaaliin toteutettavien efektien havaitsemis-suuntia, voidaan efektien/pintahilojen suunnittelussa ottaa huomioon myös se, miten ko. pakkausmateriaaliin pakattu tuote asetetaan esimerkiksi kaupassa esille. Tätä tilannetta on havainnollistettu oheisissa kuvissa 9 ja 10.

35 Esimerkiksi lihapakkaus voidaan kaupassa asettaa hyllyyn esille siten, että pakkauksen "kantana" tai kannen "ikkunaksi" järjestetty hologrammiefektejä sisältävä läpinäkyvä muovikalvo on pakkauksen



ollessa hyllyllä olennaisesti vaakatasossa ja valaistus osuu muovikalvoon olennaisesti sen pinnan normaalin z suunnasta eli ylhäältä käsin.

- 5 Hologrammiefektin tuottavat pintahilat voidaan nyt optimoida siten, että ne tuottavat esimerkiksi havaitsemissuunnan 45° suhteessa muovikalvon pinnan normaaliin z nähden, jolloin efektit näkyvät käytävällä hyllyn ohi kulkevalle asiakkaalle (kuvassa 9 yhtenäisin viivoin piirretty hahmo ja kuvassa 10 katselusuunta O5). Mikäli asiakas
- 10 lähestyy hyllyä ja "työntää" päänsä lähemmäs hyllyjen välin katsoen tuotetta olennaisesti pakkauksen kannen (muovikalvon) normaalin suuntaisesti (kuvassa 9 kalkoviivoin piirretty hahmo ja kuvassa 10 katselusuunta O6), niin tässä suunnassa hän ei havaitse holografista efektiä vaan näkee pakkauksessa olevan tuotteen läpinäkyvän kannen
- 15 lävitse.

- Mikäli asiakas ottaa pakkauksen käteensä ja tarkastelee sitä pakkauksen kannen normaalin suuntaisesti, tässäkin tilanteessa hologrammiefektit eivät ole häiritsevästi näkyvissä. Hologrammiefektinä
- 20 voi tässä esimerkkitapauksessa olla esimerkiksi lihatuotteen valmistajan nimi sekä logo, jotka voivat olla toteutettu suunnitteluvaallonpituuksiltaan oikean värisinä ja näkymään molemmat samaan havaitsemissuuntaan.

- 25 Pakkauksissa käytettävät havaitsemissuunnat voidaan tarvittaessa suunnitella huomioiden esimerkiksi se, millä hyllyllä ja missä asennossa ko. pakkauksia pidetään esillä. Kuvassa 9 ylemmällä hyllyllä ja alatasolla olevissa pakkauksissa voidaan käyttää erilaisia havaitsemissuunta huomioiden se, että kuluttaja katsoo pakkauksia
- 30 käytävältä erilaisissa kulmissa.

- Hologrammiefektöjä sisältävää pakkausmateriaalia ei välttämättä tarvitse käyttää tuotepakkauksen tms. tasomaisena "ikkunana", vaan keksinnön mukaisilla visuaalisilla efekteillä varustettua pakkaus-
- 35 materiaalia voidaan käyttää myös käärepaperin tapaan. Tämä myös

25

varmistaa sen, että katselusuunnan muodostuessa eri osissa pakkausmateriaalia erilaisiksi, joku kuvioalue on aina näkyvissä.

5 Keksinnön mukaisten visuaalisten efektien tehokkuutta voidaan käytännössä parantaa suunnittelemalla ne erityisesti tietynlaisia valaistusolosuhteita varten. Hilarakenteiden suunnittelussa voidaan ottaa huomioon sekä valaistuksen suunta että valolähteen I emittolma aallonpituusjakauma. Keksinnön mukaisia hilarakenteita voidaan valmistaa myös sellaisina, että ne ovat havaittavissa ihmisilmän avulla  
10 vain tietynlaisessa erikoisvalaistuksessa, jolloin niitä voidaan käyttää näkymättöminä turvamerkintöinä.

Keksinnön mukaiset hologrammiefektit ovat erittäin tehokas tapa nostaa tuotteen imagoarvoa, koska hologrammi perinteisesti  
15 yhdistetään aina laatutuotteeseen. Nyt esitetty keksintö antaa ensimmäistä kertaa todellisen mahdollisuuden liittää hologrammiefektejä myös erilaisiin massatuotteena myyläviin tuotteisiin ilman, että tämä nostaa merkittävästi ko. tuotteen tuotantokuluja.

20

On luonnollisesti selvää, että keksintö ei ole rajoittunut vain edellisessä esimerkeissä esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan keksintöä tulee tulkita ainoastaan oheisten patenttivaatimusten asettamien rajoitusten mukaisesti.

25

26

L 2

Patenttivaatimukset:

- 5 1. Substraatille (S) muodostettu mikro-optinen hilarakenne (G), joka on muodostettu pintarakenteena, suojakerroksella suojattuna rakenteena tai kokonaan tai osittain haudattuna rakenteena, **tunnettu** siitä, että mainittu hilarakenne (G) on järjestetty tuottamaan katsojalle holograafinen tai vastaava valon diffraktioon perustuva visuaalinen efekti keskittämällä hilarakenteesta (G) diffraktoituvia suunnittolu-aallonpituutta ( $\lambda$ ) vastaava valo olennaisesti ainoastaan muutamaa diffraktiokertalukuun ( $m$ ), jolloin jokainen yksittäinen diffraktiokertaluku (m) vastaa tiettyä mainitulla suunnitteluaallonpituudella ( $\lambda$ ) havaittavan visuaalisen efektin havaitsemissuuntaa ( $m, \beta$ ), ja että hilarakenne (G) on järjestetty jättämään vierekkäisten havaitsemissuuntien väliin vapaa kulma-alue, jota vastaavista katselusuunnista tarkasteltuna hilarakenne (G) ei tuota katsojalle selkeästi havaittavaa diffraktioon perustuvaa efektiä ja on siten olennaisesti läpinäkyvä.
- 20 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hilarakenno (G), **tunnettu** siitä, että hilarakenteen (G) hilaperiodin ( $d$ ) suhde suunnitteluaallonpituuteen ( $\lambda$ ) on alle 5.
- 25 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen hilarakenno (G), **tunnettu** siitä, että hilarakenno (G) on järjestetty keskittämään siinä diffraktoituvia valo olennaisesti ainoastaan yhteen diffraktiokertalukuun ( $m$ ), eli olennaisesti ainoastaan yhteen havaitsemissuuntaan ( $m, \beta$ ), joka sopivimmin vastaa diffraktiokertalukua  $m = -1$ .
- 30 4. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen hilarakenno (G), **tunnettu** siitä, että hilarakenteen (G) havaitsemissuuntien ( $m, \beta$ ) välinen vapaa kulma-alue on vähintään  $10-15^\circ$  tai suurempi.
- 35 5. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen hilarakenno (G), **tunnettu** siitä, että hilarakenno (G) on muodostettu olennaisesti läpinäkyvälle substraatille (S).

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen hilarakenne (G), tunnettu siitä, että mainittu substraatti (S) on muovia tai lakkaa, sopivimmin muovikalvoa tai lakkakerros.
- 5 7. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 1-6 mukainen hilarakenne (G), tunnettu siitä, että hilarakenne (G) on muodostettu paperille, kartongille tai vastaavalle substraatille (S).
- 10 8. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen hilarakenne (G), tunnettu siitä, että hilarakenteen (G) substraatti (S) käsittää yhden tai useamman dielektrisen tai metallipohjaisen ohutkalvopinnoitteen koko substraatin pinta-alalta tai alnoastaan hilarakennetta (G) vastaavilta kohdilta.
- 15 9. Menetelmä mikro-optisen hilarakenteen (G) toteuttamiseksi substraatille (S), joka hilarakenne (G) muodostetaan pintarakenteena, suojakerroksella suojattuna rakenteena tai kokonaan tai osittain haudattuna rakenteena, tunnettu siitä, että katsojalle holograafisen tai
- 20 hilarakenteen (G) hilaprofiilin muoto yhdessä hilan parametrien ( $d$ ,  $h$ ,  $c$ ,  $n_s$ ) arvojen kanssa valitaan siten, että hilarakenteesta (G) diffraktoituva suunnitteluaallonpituutta ( $\lambda$ ) vastaava valo keskitetään olennaisesti alnoastaan muutamaaan diffraktiokertalukuun ( $m$ ), jolloin jokainen yksittäinen diffraktiokertaluku ( $m$ ) vastaa tiettyä, mainitulla suunnitteluaallonpituudella ( $\lambda$ ) havaittavan visuaalisen efektin havaitsemissuuntaa
- 25 ( $m, \beta$ ), ja että vierekkäisten havaitsemissuuntien väliin jää vapaa kulma-alue, jota vastaavista katselusuunnista tarkasteltuna hilarakenne (G) ei tuota katsojalle selkeästi havaittavaa diffraktioon perustuvaa efektiä ja on siten olennaisesti läpinäkyvä.
- 30 10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kllnnitetään hilarakenteeseen (G) suunnitteluaallonpituudella ( $\lambda$ ) osuvan valon tulokulman ( $\alpha$ ) arvo ja valitaan hilaperiodin ( $d$ ) ja suunnitteluaallonpituuden ( $\lambda$ ) suhde siten, että aikaansaadaan ainakin
- 35 yksi haluttu havaitsemissuunta ( $m, \beta$ ), joka havaitsemissuunta valitaan sopivimmin vastaamaan diffraktiokertalukua  $m = -1$ , jolloin mainittuun

ainakin yhteen havaitsemis-suuntaan diffraktoituu haluttu suunnittelu-aallonpituus ( $\lambda$ ).

- 5 11. Patenttivaatimuksen 9 tai 10 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hilarakenteen (G) parametrejä ( $d$ ,  $h$ ,  $c$ ,  $n_G$ ) valitaan siten että havaitsemis-suuntien ( $m, \beta$ ) välinen vapaa kulma-alue on minimissään  $10-15^\circ$ .
- 10 12. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 9-11 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hilarakenteen (G) hilaperiodin ( $d$ ) ja suunnittelu-aallonpituuteen ( $\lambda$ ) suhteen arvoksi valitaan alle 5.
- 15 13. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 9-12 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hilarakenteen (G) parametrejä ( $d$ ,  $h$ ,  $c$ ,  $n_G$ ) valitsemalla vaikutetaan mainitun yhden tai useamman havaitsemis-suunnan ( $m, \beta$ ) diffraktiohyötysuhteeseen.
- 20 14. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 9-13 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hilan täyttösuhteen ( $c$ ) arvoksi valitaan olennaisesti puolet hilaperiodin ( $d$ ) arvosta.
- 25 15. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 9-14 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hilaprofillin korkeuden ( $h$ ) arvoksi valitaan olennaisesti neljäsosa suunnittelu-aallonpituuden ( $\lambda$ ) arvosta.
- 30 16. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 9-15 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hilarakenteen (G) substraatiksi (S) valitaan olennaisesti läpinäkyvä materiaali, sopivimmin muovi, lakka tai vastaava.
- 35 17. Visuaalisen, holograafisen tai vastaavan valon diffraktioon perustuvan katsojalle tarkoitetun yhden tai useamman etektin sisältävä tuote, tunnettu siitä, että tuote käsittää yhden tai useamman kuvioalueen (A,B,C,D), joka yksittäinen kuvioalue on muodostettu jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 1-8 mukaisesta tai

patenttivaatimuksen 9-16 mukaisella menetelmällä alkaansaadusta hilarakenteesta (G).

5 18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen tuote, **tunnettu** siitä, että tuote on muovia, sopivimmin muovikalvoa.

19. Patenttivaatimuksen 17 mukainen tuote, **tunnettu** siitä, että tuote on paperia, kartonkia tai vastaavaa materiaalia.

10 20. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 17-19 mukainen tuote, **tunnettu** siitä, että tuote on pakkausmateriaalia.

15 21. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 17-19 mukainen tuote, **tunnettu** siitä, että tuote on painotuote.

22. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 17-21 mukainen tuote, **tunnettu** siitä, että tuote on valmistettu olennaisesti läpinäkyvästä materiaalista.

20 23. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 17-22 mukainen tuote, **tunnettu** siitä, että mainitun tuotteen perusmateriaali toimii samalla hilarakenteen (G) substraattina (S).

25 24. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 17-23 mukainen tuote, **tunnettu** siitä, että tuotteen sisältäessä useamman kuvioalueen (A,B,C,D), ainakin osalla mainituista kuvioalueista on keskenään erilaiset havaitsemissuunnat ( $m, \beta$ ) ja/tai suunnitteluaallonpituudet ( $\lambda$ ).

30 25. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 17-24 mukainen tuote, **tunnettu** siitä, että mainittu yksi tai useampi kuvioalue (A,B,C,D) on muodostettu tuotteeseen embossaus-tekniikkaa käyttäen.

35 26. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 17-25 mukainen tuote, **tunnettu** siitä, että mainittu yksi tai useampi kuvioalue (A,B,C,D) muodostavat efektinä tuotemerkin, logon, tuotetietomerkinnän tai vastaavan.

27. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 17-26 mukainen tuote, tunnettu siltä, että mainittu yksi tai useampi kuvioalue (A,B,C,D) muodostavat efektiä kirjaimia tai tekstiä.

5

28. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 17-27 mukainen tuote, tunnettu siltä, että tuote käsittää useampia vierekkäisiä keskenään samankaltaisia kuvioalueita (A,B,C,D), jotka on järjestetty muodostamaan yhdessä visuaaliselta efektillään olennaisesti yhtenäinen suurempi alue.

10

31

L3

Tiivistelmä :

Keksintö kohdistuu substraatille (S) muodostettuun mikro-optiseen hilarakenteeseen (G), joka on sopivimmin muodostettu pintahilarakenteena. Keksintö kohdistuu myös menetelmään mainitunkaltaisen hilarakenteen toteuttamiseksi. Keksintö kohdistuu edelleen myös tuotteeseen, joka käsittää yhden tai useampia kuvioalueita (A,B,C,D), jotka yksittäiset kuvioalueet on muodostettu keksinnön mukaista hilarakennetta käyttäen. Keksinnön mukaisesti hilarakenne (G) on järjestetty tuottamaan katsojalle holograafinen tai vastaava valon diffraktioon perustuva visuaalinen efekti keskittämällä hilarakenteesta diffraktoituva suunnittolu-aallonpituutta ( $\lambda$ ) vastaava valo olennaisesti ainoastaan muutamaaan diffraktiokertalukuun (m). Yksittäinen diffraktiokertaluku vastaa tällöin tiettyä, mainitulla suunnitteluaallonpituudella havaittavan visuaalisen efektin havaitsemissuuntaa ( $m, \beta$ ). Keksinnön mukaisesti hilarakenne on järjestetty jättämään vierekkäisten havaitsemissuuntien väliin vapaa kulma-alue, jota vastaavista katselusuunnista tarkasteltuna hilarakenne (G) ei tuota katsojalle selkeästi havaittavaa diffraktioon perustuvaa efektiä ollen siten olennaisesti läpinäkyvä. Keksintö soveltuu em. tavalla läpinäkyvien, mutta samalla havaitsemissuuntiin kirkkaasti näkyvien visuaalisten efektien tuottamiseen esimerkiksi itsessään läpinäkyville substraateille.

Fig. 4



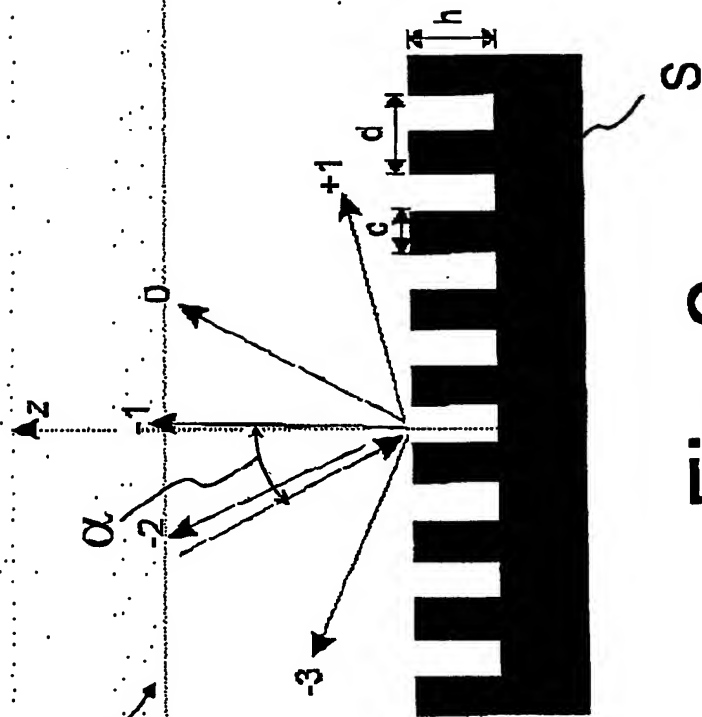


Fig. 2

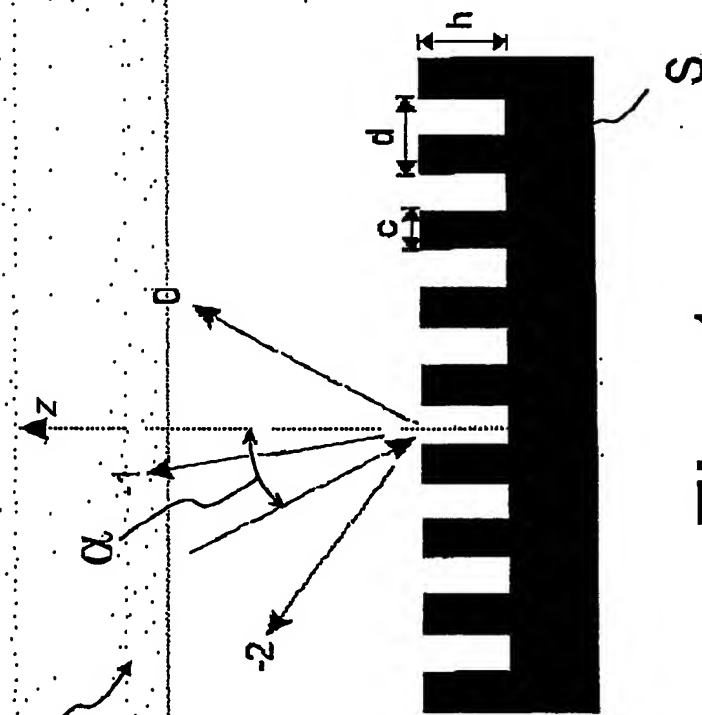


Fig. 1

Ly

2

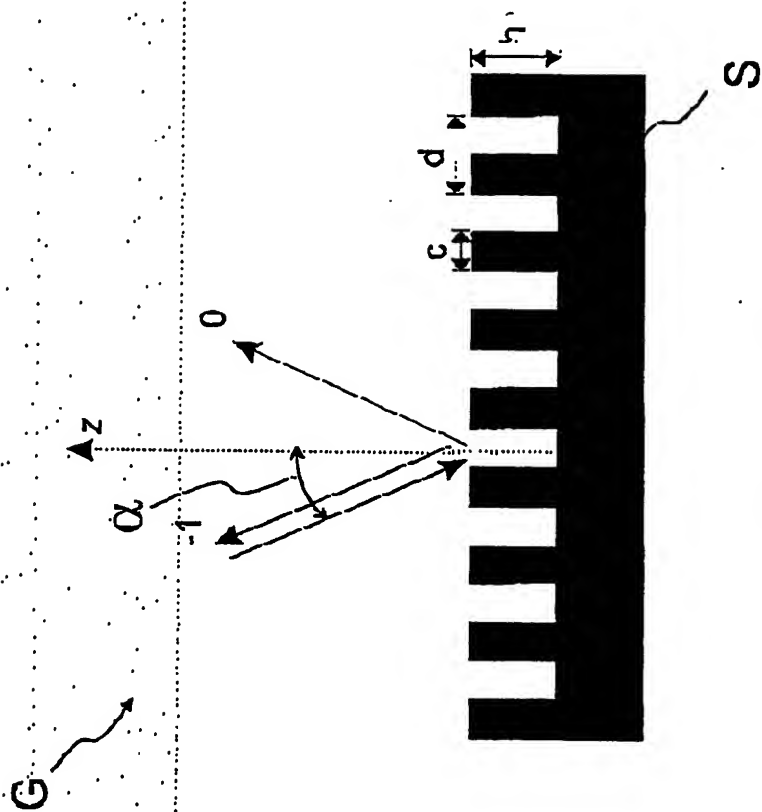
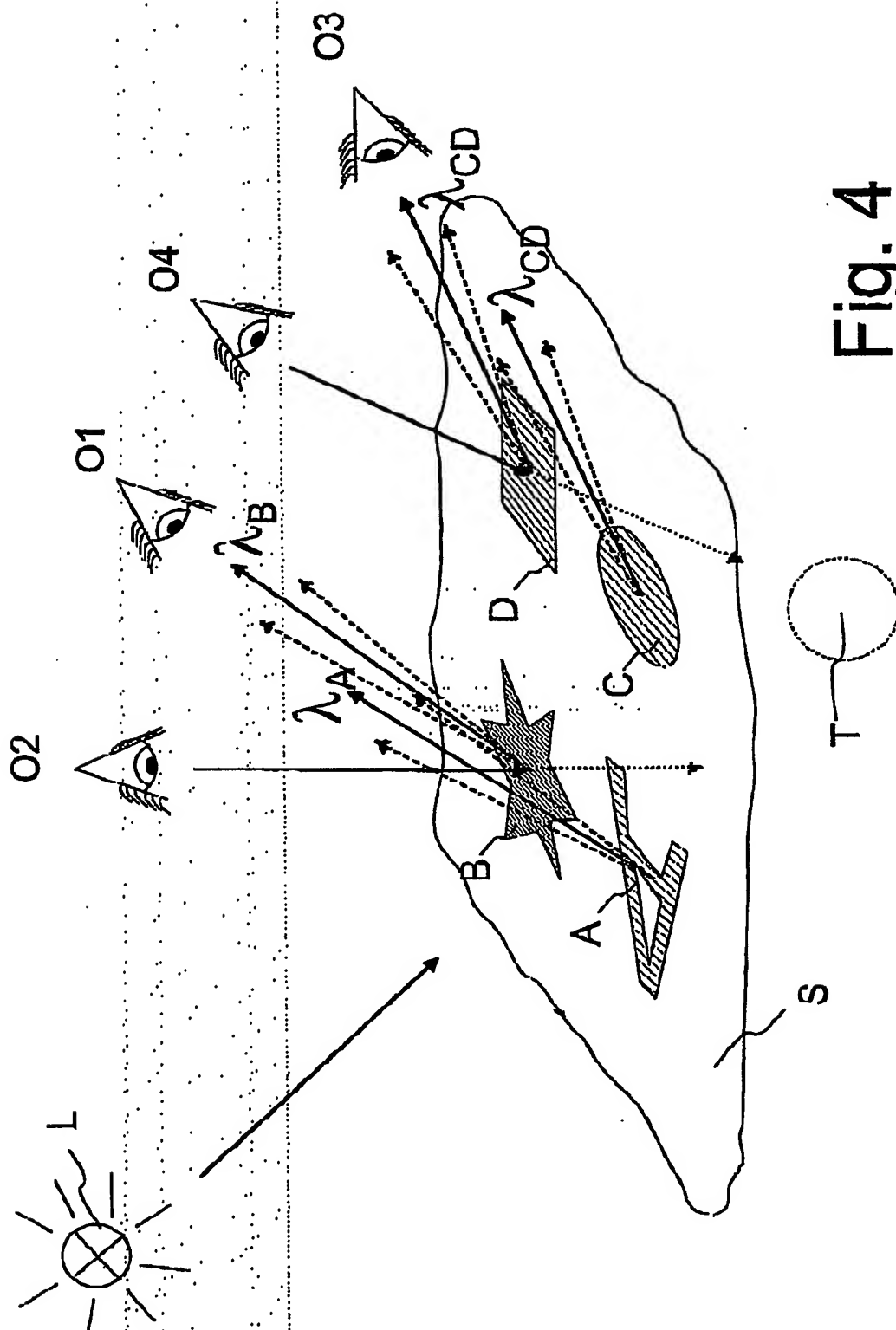


Fig. 3

Ly

3



L4

4

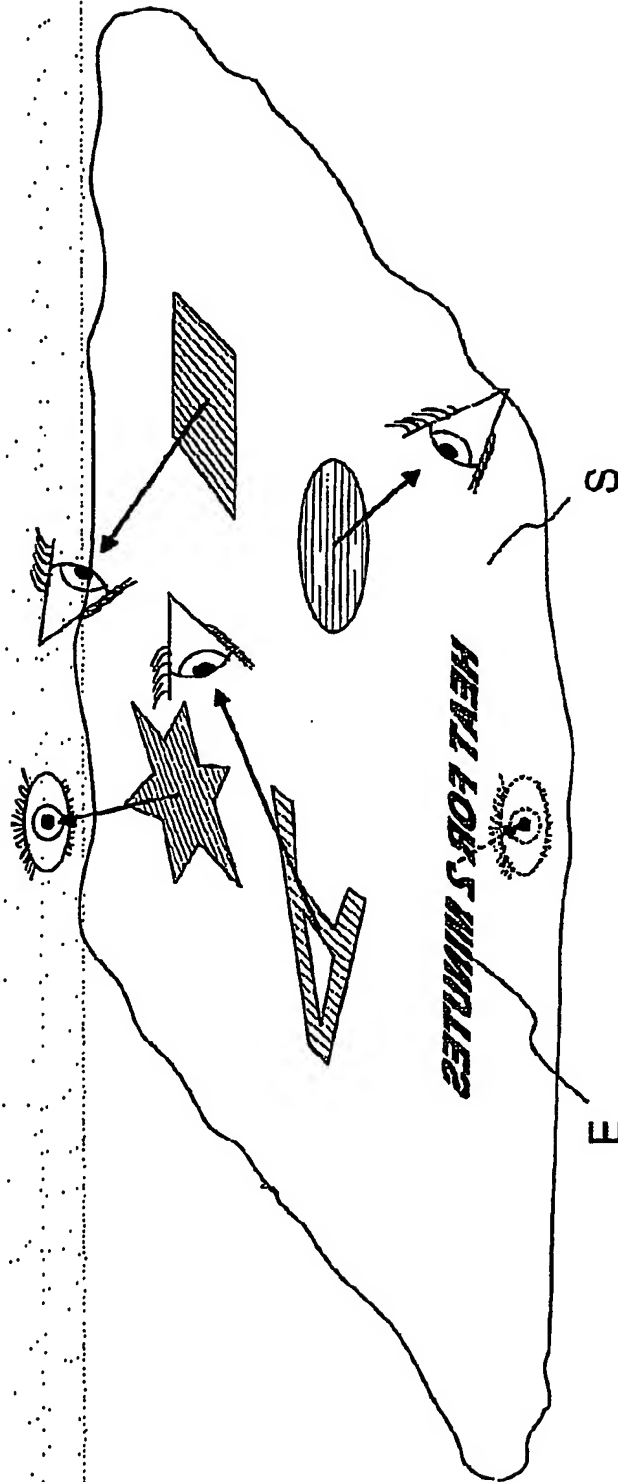


Fig. 5

L4

S

Fig. 6

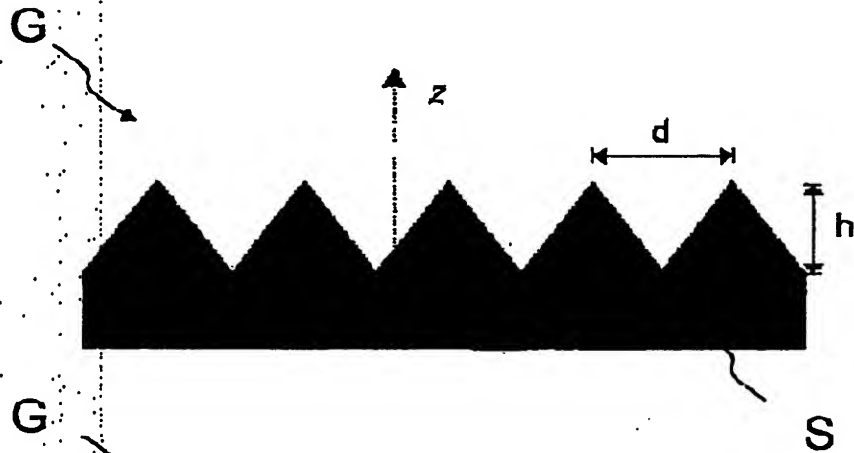


Fig. 7

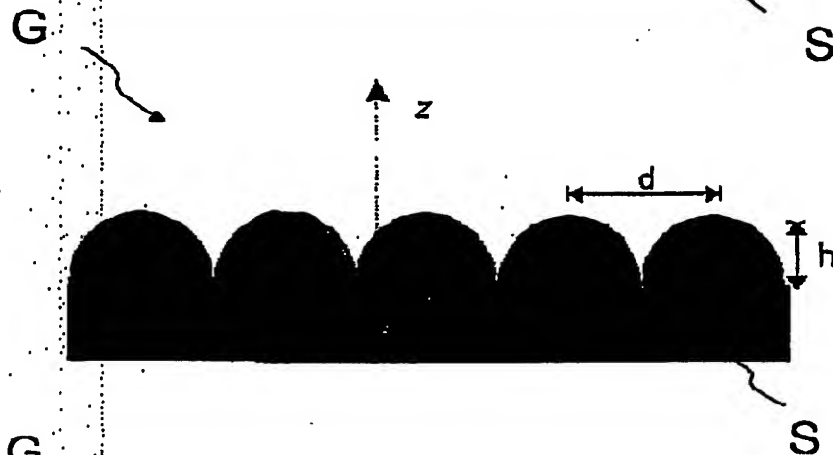
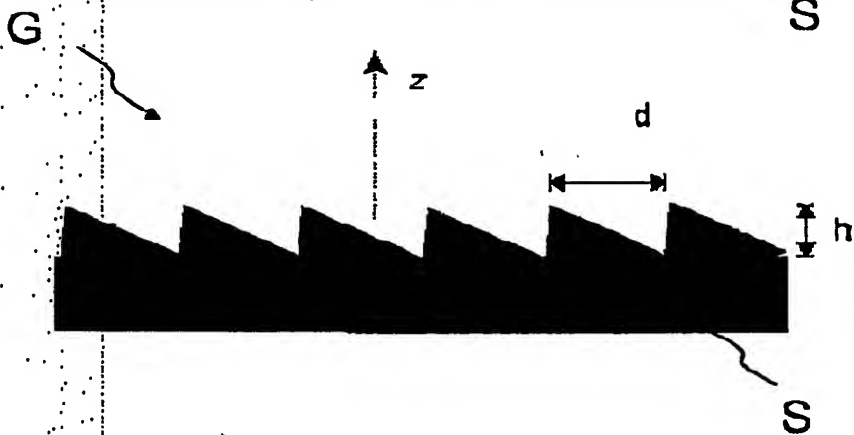


Fig. 8



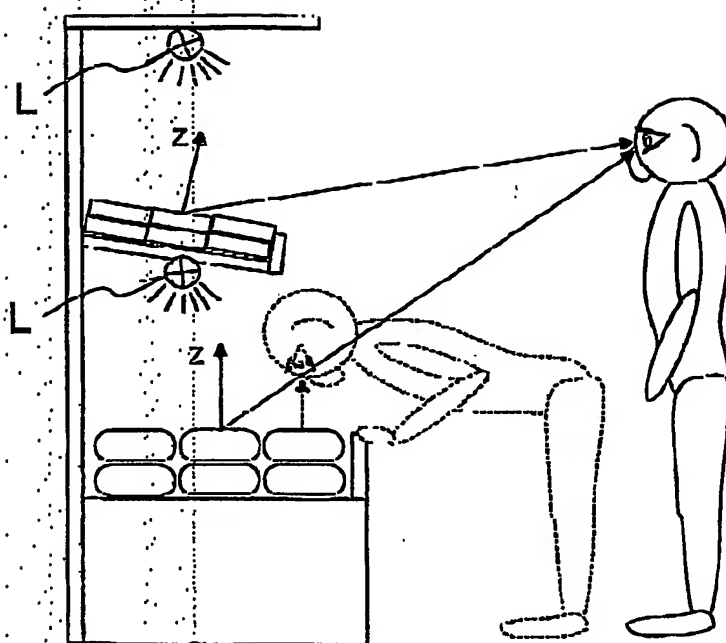


Fig. 9

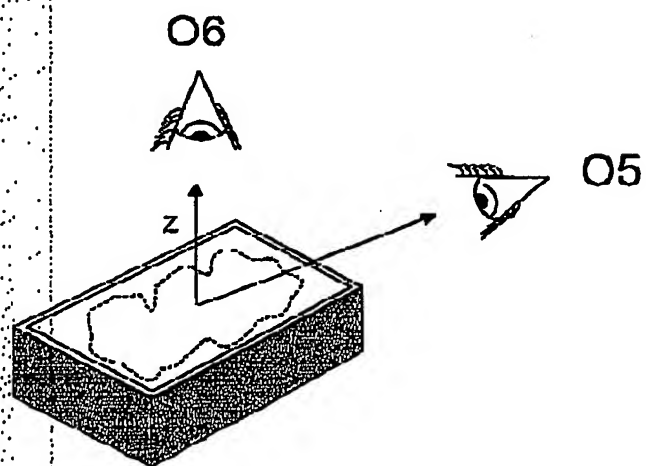


Fig. 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**